

酵素를 利用한 정어리 液化蛋白質 濃縮物の 製造 및 利用에 關한 研究*

金章亮** · 韓鳳浩** · 李根泰** · 趙德濟** · 金世權** · 金洙賢**

PROCESSING OF LIQUEFIED SARDINE PROTEIN CONCENTRATE BY ENZYMIC METHOD AND ITS UTILIZATION*

Chang-Yang KIM**, Bong-Ho HAN**, Keun-Tai LEE**,
Duck-Jae CHO**, Se-Kweun KIM** and Soo-Hyun KIM**

A study on the processing of liquefied fish protein with a long self life and good solubility has been carried out for the effective utilization of sardine.

The whole sardine was chopped, homogenized with same amount of water and then hydrolyzed by the addition of commercial proteolytic enzyme. The hydrolysate was centrifuged and the supernatant was decolorized with active carbon, desodorized by azeotropic distillation with toluene, xylene and cyclohexane. The liquefied sardine protein was then concentrated by rotary vacuum evaporator with the addition of starch.

The use of 0.2% commercial proteolytic enzyme to the weight of the whole sardine showed the optimum hydrolysis ratio at 55°C for 4 hours.

The liquefied sardine protein could be decolorized and also desodorized by the treatment with 15% active carbon at room temperature for 30 minutes. In the view point of lipid concentration and the solubility of the product, the liquefied sardine protein prepared by enzymic hydrolysis from the sardine protein concentrate was better than that prepared by enzymic hydrolysis from the whole sardine and sardine protein concentrate.

緒 言

最近 沿岸漁業資源中 一時多獲性 魚種인 정어리의 漁獲高은 Table 1에서와 같이 急増하고 있으나, 李 등(1978)이 지적한 바와 같이 많은 量의 魚粉등의

非食用製品의 原料로 利用되고 있다. 이러한 정어리를 食糧資源으로서 効率的으로 利用할 수 있는 方法을 檢討하는 일은 時急히 解決되어야 할 問題이다. 정어리의 鮮度維持에 關한 研究로는 富山 등(1955), Hashish 등 (1966) 및 野中 등(1976)의 報告가 있으

Table 1. Annual catches of sardine

Year	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Catches(%)	101	138	315	3,698	194	3,555	11,154	50,299

* 本研究는 蔚山社會福祉事業財團 研究費로 이루어졌음.

** 釜山水産大學 食品工學科, Dept. of Food Science and Technology, National Fisheries University of Busan

며, Cheftel(1965)은 정어리 통조림에 대하여 報告하였다. Bidenko등(1974), Pillai(1974) 및 Horn(1974)은 大西洋産 및 인도와 Burundi에 있어서의 정어리 加工에 대하여 밝혔으며, 最近에는 石川등(1977)이 정어리를 利用한 練製品 및 冷凍고기중에 關於하여 그리고 李등(1978)이 정어리 粉末蛋白質의 加工 및 利用에 대하여 報告하였다. 粉末魚類蛋白質은 溶媒抽出에 의하여 脫脂와 脫臭가 同時에 이루어 지지만 製品의 脂肪含量이 長期間의 貯藏時 問題가 되고 있으며, 製品自体가 물에 녹지않는 粒子狀態여서 他食品과의 混合 및 利用에 어려움이 있다. 따라서 製品의 脂肪含量을 낮추고 溶解性을 向上시키기 위하여 Mackie(1973), Spinelli등(1973) 및 Kinumaki(1978)가 報告한 바에 따라 商業的 酵素를 利用한 정어리 液化蛋白質 濃縮物의 製造에 關於하여 實驗하였다.

材料 및 方法

1. 材 料

全長 17~23cm, 体重 57~110g의 凍結된 정어리 *Sardinops melanosticta*를 釜山市 忠武洞 所在 五洋水産(株)에서 購入하여 -30°C의 凍結庫에 貯藏하여 두고 實驗에 使用하였다.

2. 정어리 粉末蛋白質의 製造

原料정어리를 水道水로 解凍하고 chopper로써 磨碎하였다. 試料의 10倍量의 isopropyl alcohol을三口플라스크에 담아 水槽上에서 미리 80°C로 加熱하고 여기에 磨碎한 試料정어리를 넣어 攪拌하면서 抽出하였다. 李등(1978)에 따라 5分間씩의 回分式 抽出을 5回 反復한 후 東洋濾紙 No. 2를 攔 buchner funnel 上에서 成壓濾過하고 殘渣를 乾燥, 粉砕하여 粉末蛋白質 製品으로 하였다.

3. 정어리 液化蛋白質 濃縮物의 製造

1) 加水分解: Onishi and Higashi(1968) 및 Iseki등(1968)의 方法을 變型하여 解凍한 정어리의 背肉만을 磨碎하고, 磨碎肉 5g과 물 3g을 混合, 均質化한 다음 加水分解用 시험관에 넣었다. 여기에 背肉量에 對하여 一定比의 蛋白質分解酵素를 含有한 물 2g을 注加하고 Fig. 1과 같은 장치를 利用하여 加水分解시켰다. 分解後 100°C의 물에서 15分間 熱處理하여

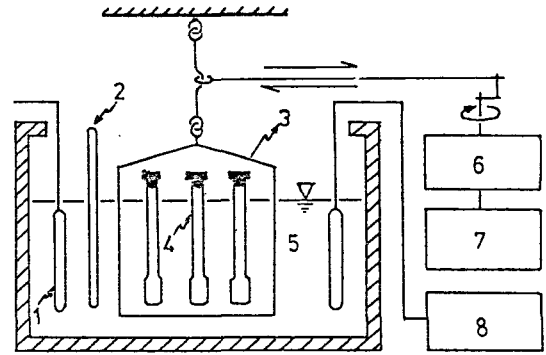


Fig. 1. Illustration of hydrolyzing water bath.
1) Heater 2) Thermometer 3) Test tube basket
4) Test tube 5) Water bath 6) Motor
7) Transformer 8) Temperature regulator

酵素를 不活性化 시키고 15分間의 遠心分離(4,000 rpm)後 상층액을 液化蛋白質 試料로 取하였다. 加水分解程度는 試料肉中の 질소 함량에 對한 加水分解物中の 질소 함량의 百分率로 나타내었으며

實驗에 使用한 商業的 酵素는: Papain (from papaya latex, 16.6units/mg solid, Sigma), Bromelin (from pineapple stem, 1,450 units/gm solid, Sigma), Pronase-p(750,000 tyrosine units/g, 科研化學株), Protease(from *Streptomyces griseus*, 5 units/mg solid, Sigma) 및 Ficin(from fig tree latex, 東京化成工業株) 이었다.

2) 脫色: 정어리 液化蛋白質 20ml를 비이커에 담고 試料液에 對하여 一定比의 活性炭(島久藥品株)을 加하여 一定時間 攪拌하고 東洋濾紙 No. 5C로써 濾過하였다. 脫色程度는 420nm에서의 吸光度를 測定하여 다음과 같이 比較하였다.

$$\text{脫色率} = (1 - E_s/E_0) \times 100$$

E_0 : 活性炭을 加하지 않았을 때의 吸光度

E_s : 活性炭을 加하였을 때의 吸光度

3) 脫臭: 脫色한 정어리 液化蛋白質 20ml에 10ml의 toluene, xylene 및 cyclohexane을 各各 加하고 共沸蒸溜하였다. 脫臭程度는 pannel test에 의하여 比較하였다.

4) 濃縮: 脫臭한 液化蛋白質에 2.5%의 澱粉을 加하고 45°C에서 眞空回轉蒸發器로써 1時間 濃縮하였다.

4. 溶解性的 比較

Isopropyl alcohol로써 抽出하여 얻은 정어리 粉末蛋白質과 液化蛋白質 濃縮物을 10cm 높이로 물을 채운 시험관에 1g씩 넣고 時間에 따른 溶解程度를

比較하였다.

5. 一般成分 및 아미노酸 分析

水分은 常壓乾燥法, 脂肪은 Soxhlet 法, 灰分은 乾式灰化法, 그리고 糖은 Bertrand 法으로 測定하였다. 아미노酸의 分析을 위하여서는 李浬(1968)이 정어리 粉末蛋白質의 加工 및 利用에 關한 研究時에 行한 바와 같이 試料를 處理하여 Amberlite CG-120 樹脂 Column을 使用하는 아미노酸 自動分析機(JLC-6AH, No. 310)로써 分析하였다.

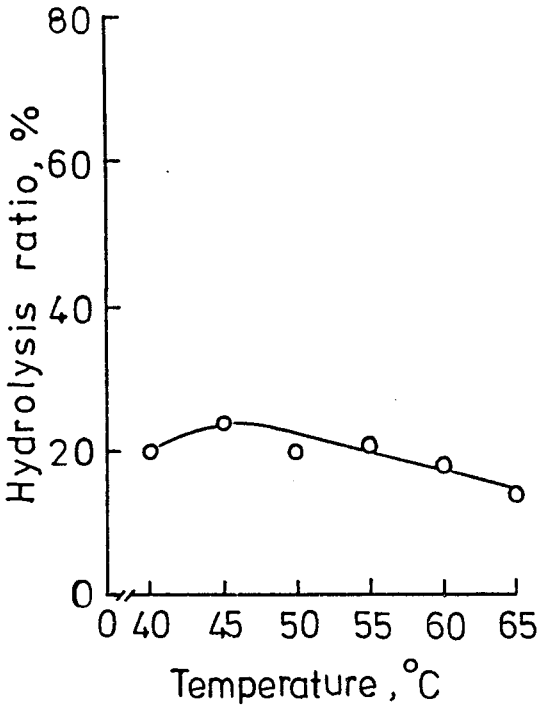


Fig. 2. Influence of temperature on the auto-hydrolysis of the back muscle of sardine for 4 hours.

結果 및 考察

加水分解 : 정어리 背肉과 물의 混合物에 肉量에 대하여 0.05%의 酵素를 添加하여 4時間 加水分解시킨 結果는 Fig. 2-7과 같다. 酵素를 添加하지 않은 自己消化의 경우 45°C 附近에서 높은 分解率을 보았다 (Fig. 2). 酵素를 添加하였을 때는 實驗에 使用한 모든 酵素가 55°C 附近에서 높은 分解率을 보였고

(Fig. 3-7), Papain이 가장 効果的이 있으며, 주어진 條件에서 反應溫度에 따른 加水分解速度는 Heilmann(1972)의 지적과 잘 一致하였다. 55°C에서 加水分解時間을 달리하였을 때, 自己消化에 의한 分解

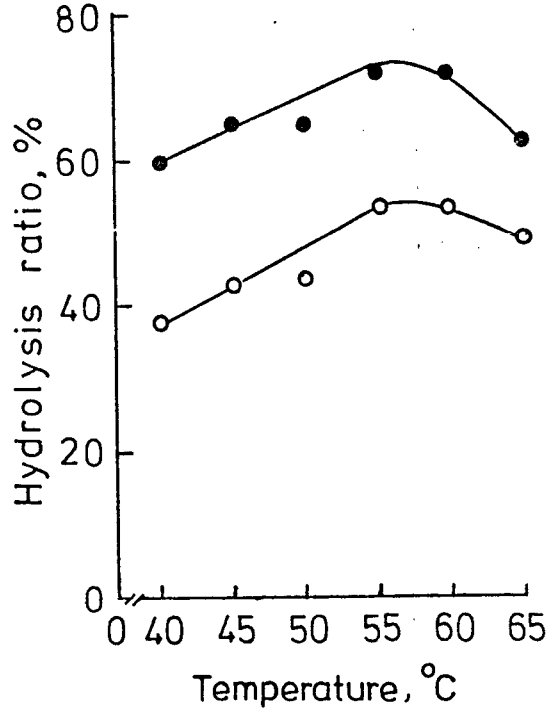


Fig. 3. Influence of temperature on the hydrolysis of the back muscle of sardine with 0.05% Papain for 4 hours.

● : Total hydrolysis
○ : Hydrolysis only with enzyme added

率은 5時間 後에 最高值에 도달하였으나 (Fig. 8), 肉量에 대하여 0.05%의 酵素를 添加한 경우에는 加하여진 酵素에 의한 加水分解와 肉組織内の 酵素에 의한 自己消化의 複合的인 分解率이 4時間後에 最高值을 보이고 있다 (Fig. 9-13). 加하여진 酵素 單獨에 의한 加水分解率으로 보면 0.05%의 低濃度에서는 Papain의 使用이 効果的이었으며, Pronase-p와 Protease는 加水分解時間에 거의 影響을 받지 않았다. 55°C에서 4時間 加水分解시키되 背肉量에 대한 添加 酵素의 濃도를 달리하였을 때는 基質에 대한 酵素의 濃도가 增加함에 따라 Protease, Pronase-p 및 Ficin도 Papain과 거의 같은 程度의 分解率을 나타내었으며, Bromelin도 같은 傾向이었으나 全體的인 分解

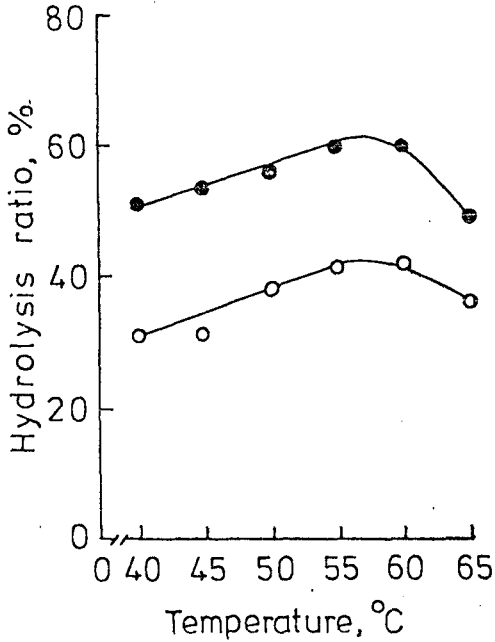


Fig. 4. Influence of temperature on the hydrolysis of the back muscle of sardine with 0.05% Pronase-P for 4 hours.
 ●: Total hydrolysis
 ○: Hydrolysis only with enzyme added

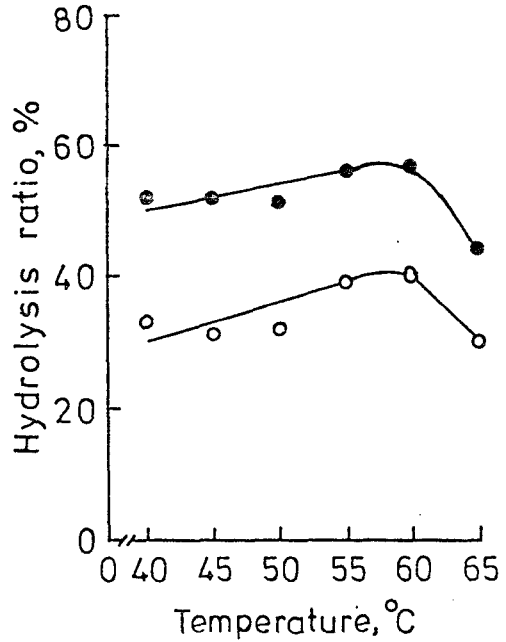


Fig. 5. Influence of temperature on the hydrolysis of the back muscle of sardine with 0.05% Protease for 4 hours.
 ●: Total hydrolysis
 ○: Hydrolysis only with enzyme added

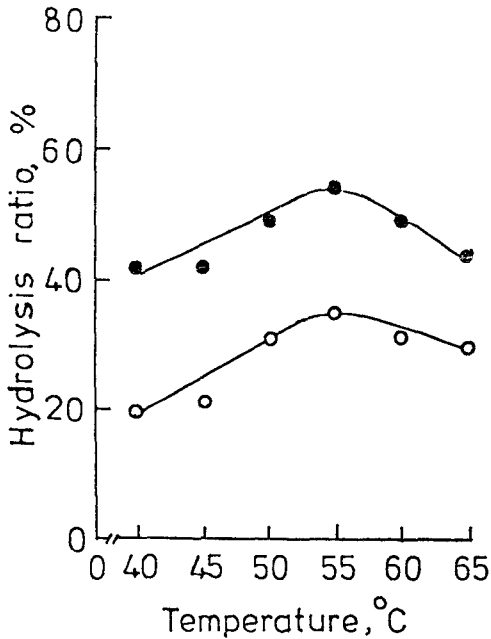


Fig. 6. Influence of temperature on the hydrolysis of the back muscle of sardine with 0.05% Bromelin for 4 hours.
 ●: Total hydrolysis
 ○: Hydrolysis only with enzyme added

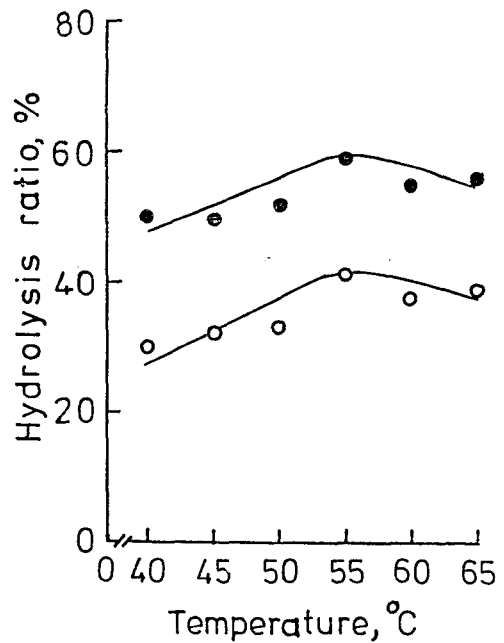


Fig. 7. Influence of temperature on the hydrolysis of the back muscle of sardine with 0.05% Ficin for 4 hours.
 ●: Total hydrolysis
 ○: Hydrolysis only with enzyme added

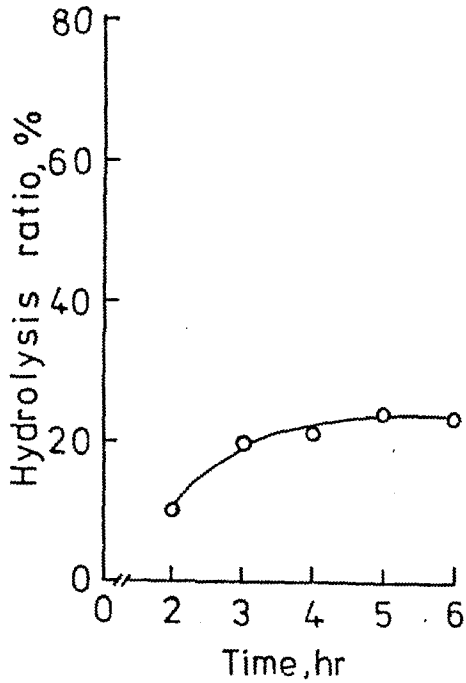


Fig. 8. Influence of time on the autolysis of the back muscle of sardine at 55°C.

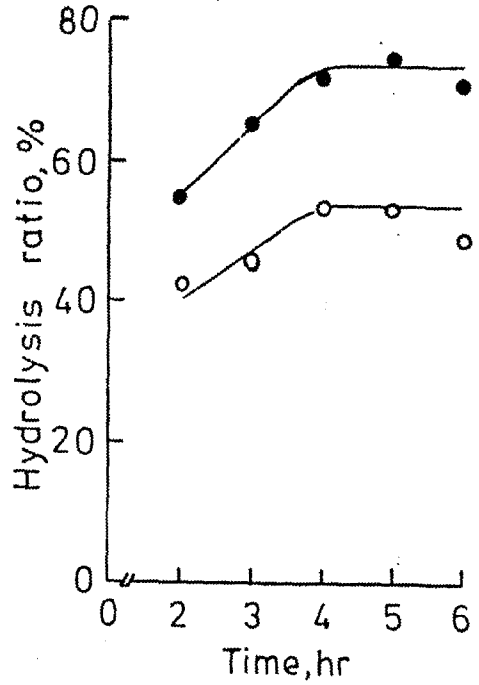


Fig. 9. Influence of time on the hydrolysis of the back muscle of sardine with 0.05% Papain at 55°C.

●: Total hydrolysis
○: Hydrolysis only with enzyme added

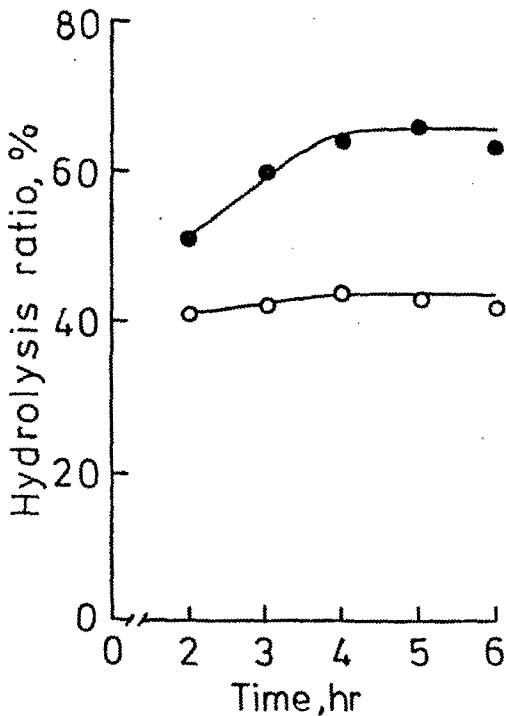


Fig. 10. Influence of time on the hydrolysis of the back muscle of sardine with 0.05% Pronase-P at 55°C.

●: Total hydrolysis
○: Hydrolysis only with enzyme added

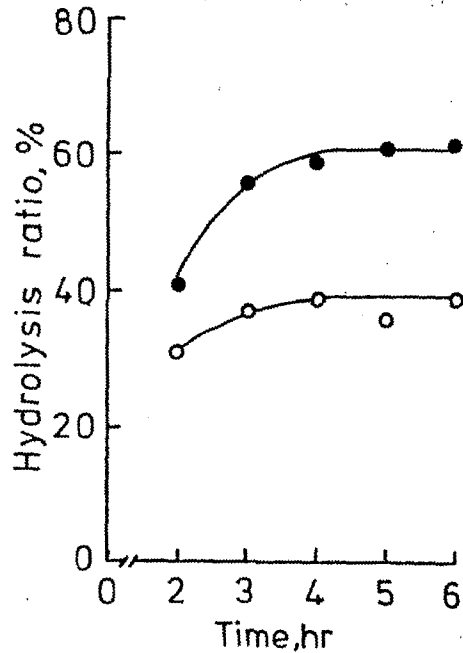


Fig. 11. Influence of time on the hydrolysis of the back muscle of sardine with 0.05% Protease at 55°C.

●: Total hydrolysis
○: Hydrolysis only with enzyme added

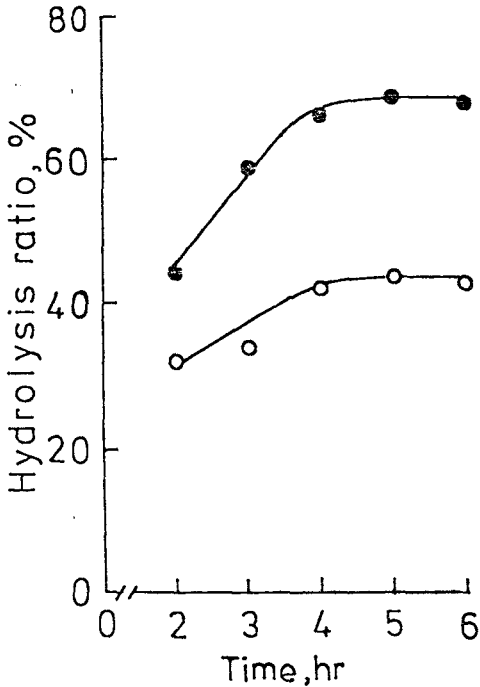


Fig. 12. Influence of time on the hydrolysis of the back muscle of sardine with 0.05% Bromelin at 55°C.
●: Total hydrolysis
○: Hydrolysis only with enzyme added

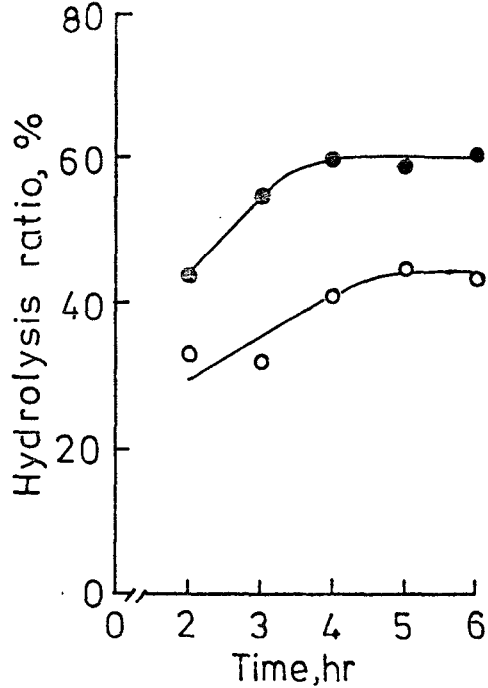


Fig. 13. Influence of time on the hydrolysis of the back muscle of sardine with 0.05% Ficin at 55°C.
●: Total hydrolysis
○: Hydrolysis only with enzyme added

율은 다른 酵素들의 경우보다 낮은 편이었다(Fig. 14-18). 實驗에 使用한 모든 酵素의 경우, 肉量에 대하여 0.2%일 때 分解率は 거의 90%에 達하였다. Onishi and Higashi(1968)는 魚類 液化蛋白質의 製造에 0.2%의 Pronase-p를 使用하였으나, Iseki 등(1968)은 肉量에 대한 酵素의 濃度로는 0.3%가 適當하다고 하였다. 그러나 實際 背肉만을 取하지 않고 징어리를 總체로 取하여 液化할 경우에는 消化臟器内に 存在하는 多量의 酵素에 의하여 分解率は 더욱 높아질 것이므로 添加酵素의 濃度로는 0.2%가 適當한 것으로 보였다. 따라서 總체로 磨碎한 징어리에 같은 量의 물을 加하여 均質化하고, 여기에 實驗에 使用한 5種의 酵素中 가장 價格이 저렴한 Protease를 試料肉에 대하여 0.2% 加한 후 55°C에서 4時間 加水分解시키고 이를 不活性化 및 遠心分離하여 液化蛋白質 試料로 使用하였다.

脫色: 징어리 液化蛋白質에 活性炭을 加하여 處理하였을 때의 脫色率は Fig. 19-21과 같았다. 30°C에서 30分間 處理하였을 때 低濃度에서는 거의 脫색이 되지 않았으며, 活性炭의 濃度가 5% 이상이면 濃

度の 增加에 따라서 脫色效果가 좋아졌고, 液化蛋白質에 대하여 15%의 活性炭을 加하였을 때는 肉眼으로 色을 느낄 수 없는 程度의 脫色效果를 나타내었다(Fig. 19). 30°C의 液化蛋白質에 15%의 活性炭을 加한 경우, 處理時間 30分까지 脫色率이 增加하는 傾向을 보였으며(Fig. 20). 活性炭의 濃度 15%, 處理時間 30分의 條件에서 30~80°C의 溫度범위에서는 脫色率이 거의 一定하였다(Fig. 21). 一般적으로 活性炭의 脫色率は 低溫에서 높은 값을 보이나, 液化蛋白質의 경우에는 오히려 高溫에서 좋은 效果를 보인다고 Iseki 등(1968)은 報告하였다. 또 이들은 이러한 傾向이 液化蛋白質의 濃度가 높은수두 強하게 나타난다고 하였으나, 本實驗에서는 溫度에 의한 影響은 관찰할 수 없었다. 따라서 液化蛋白質에 대하여 15%의 活性炭을 加하여 室溫에서 30分間 處理 濾過하였다.

脫臭: toluene, xylene 및 cyclohexane을 써서 共沸蒸溜하였을 때 脫臭程度는 보다 精密한 實驗에 의하지 않고 單純한 官能의 方法으로는 織別이 不可能하였으며, 이는 脫色過程에서 15%의 活性炭에 의

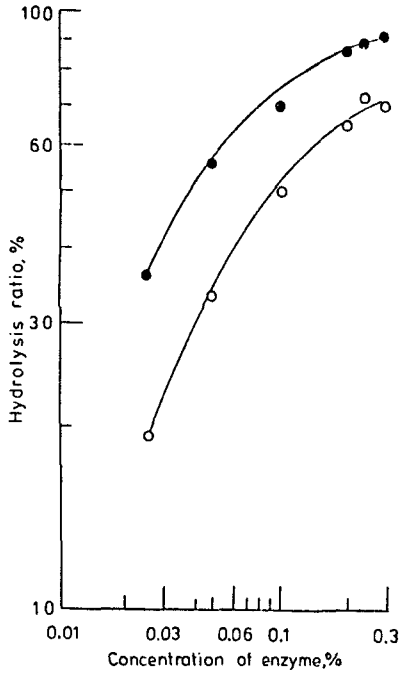


Fig. 14. Influence of concentration of Protease on the hydrolysis of the back muscle of sardine at 55°C for 4 hours.
●: Total hydrolysis
○: Hydrolysis only with enzyme added

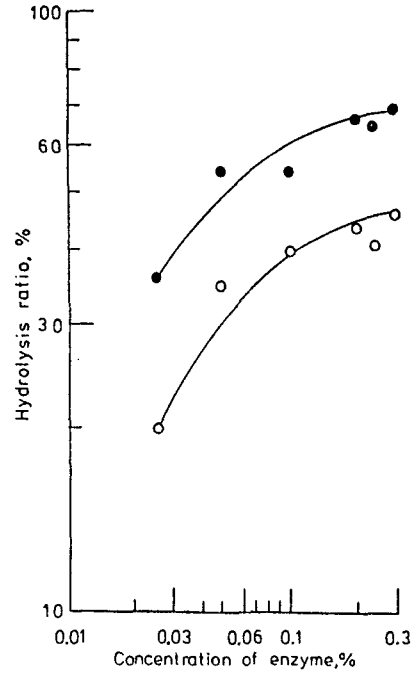


Fig. 15. Influence of concentration of Bromelin on the hydrolysis of the back muscle of sardine at 55°C for 4 hours.
●: Total hydrolysis
○: Hydrolysis only with enzyme added

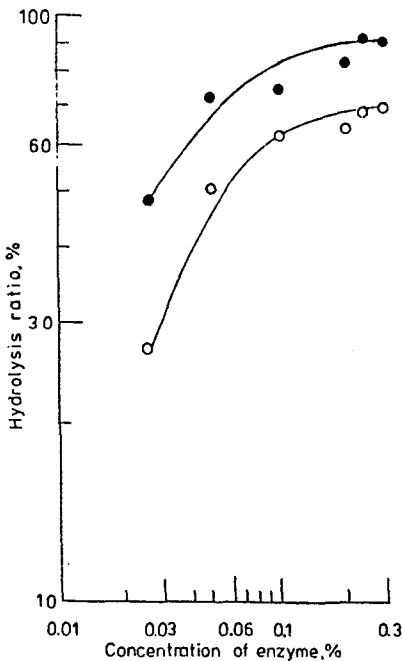


Fig. 16. Influence of concentration of Papain on the hydrolysis of the back muscle of sardine at 55°C for 4 hours.
●: Total hydrolysis
○: Hydrolysis only with enzyme added

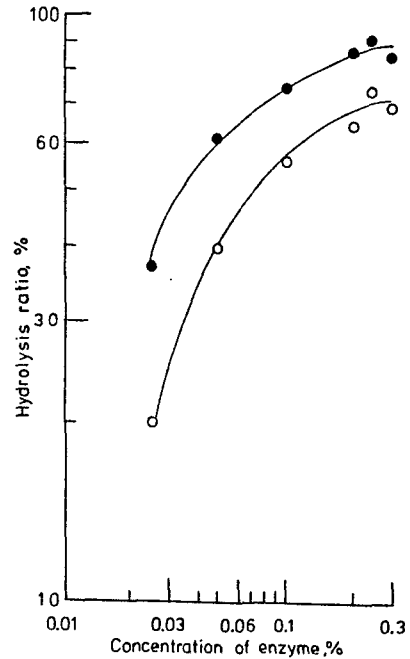


Fig. 17. Influence of concentration of Pronase-P on the hydrolysis of the back muscle of sardine at 55°C for 4 hours.
●: Total hydrolysis
○: Hydrolysis only with enzyme added

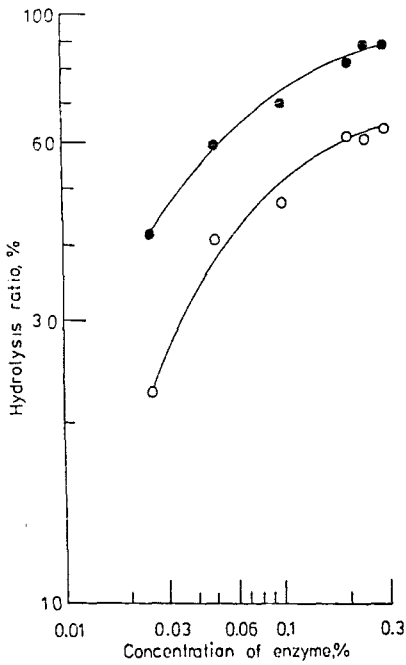


Fig. 18. Influence of concentration of Ficin on the hydrolysis of the back muscle of sardine at 55°C for 4 hours.

●: Total hydrolysis
○: Hydrolysis only with enzyme added

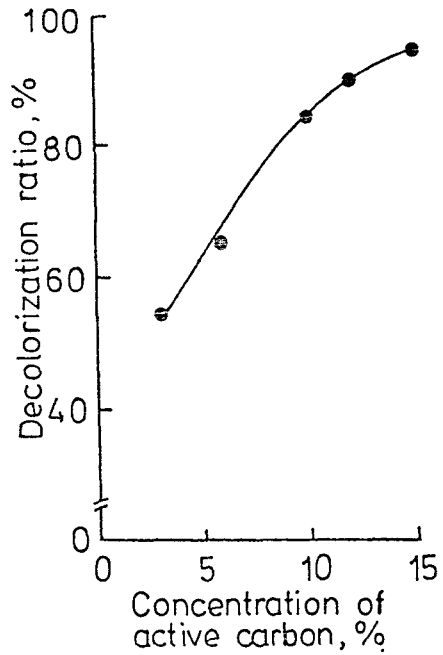


Fig. 19. Influence of concentration of active carbon on the decolorization ratio of liquefied sardine protein at 30°C for 30 minutes.

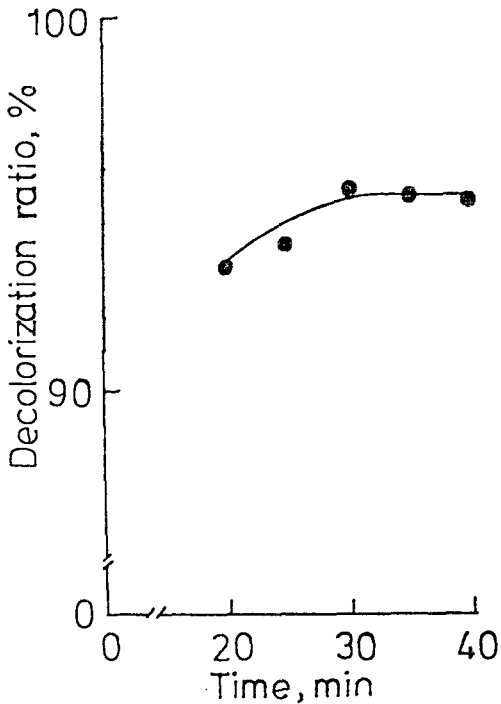


Fig. 20. Influence of time on the decolorization ratio of liquefied sardine protein with 15% active carbon at 30°C.

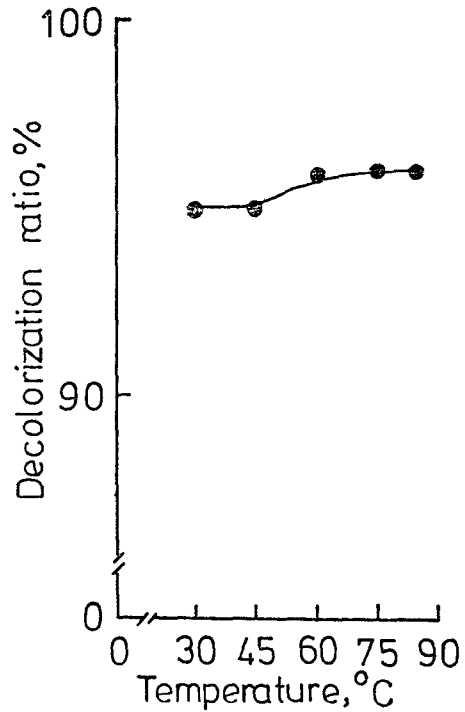


Fig. 21. Influence of temperature on the decolorization ratio of liquefied sardine protein with 15% active carbon for 30 minutes.

酵素를 이용한 경어리 液化蛋白質 濃縮物の 製造 및 利用에 관한 研究

하여 거의 脱臭가 이루어진 것으로 생각되었다.

用하는 경우를 위하여 一般成分과 溶解性を 檢討한

溶解度の 比較: 製品을 他食品素材와 混合하여 利

結果는 Table 2, 3 및 Fig. 22와 같았다. 回分式 5次

Table 2. Chemical composition and yield of raw sardine, FPC and LFP from sardine (%)

	Moisture	Crude protein	Lipid	Ash	Carbohydrate	Yield
Raw sardine	73.70	18.55	6.75	1.56	0.20	—
FPC	3.30	82.12	0.34	14.04	0.30	16.40
LFP-A	3.12	57.67	3.39	5.46	30.48	4.34
LFP-B	4.08	56.80	0.25	5.73	33.03	6.24

FPC : Sardine protein concentrate prepared by extraction of whole sardine with isopropyl alcohol.

LFP-A : Liquefied fish protein prepared with whole sardine by enzymic hydrolysis and concentrated with starch.

LFP-B : Liquefied fish protein prepared with sardine protein concentrate by enzymic hydrolysis and concentrated with starch.

dine protein concentrate by enzymic hydrolysis and concentrated with starch

C) Sardine protein concentrate prepared by extraction of whole sardine with isopropyl alcohol

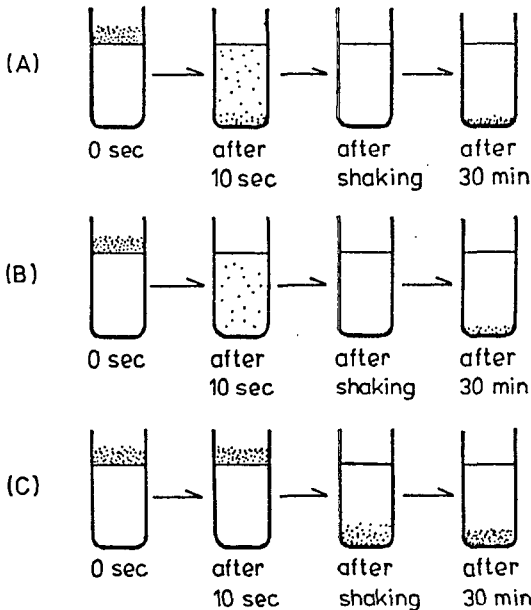


Fig. 22. Comparison of solubility of different products.

- A) Liquefied fish protein prepared with whole sardine by enzymic hydrolysis and concentrated with starch
- B) Liquefied fish protein prepared with sardine protein concentrate by enzymic hydrolysis and concentrated with starch

Table 3. Amino acid composition of raw whole sardine, fish protein concentrate and liquefied fish protein (%)

Amino acid	Raw sardine		FPC		LFP	
	W.B.	D.B.	W.B.	D.B.	W.B.	D.B.
Lysine	2.51	9.56	8.48	8.76	5.72	5.91
Histidine	1.44	5.48	3.01	3.11	1.67	1.78
Arginine	0.64	2.42	8.09	8.34	1.51	1.56
Aspartic acid	2.03	7.72	7.03	7.27	7.15	7.38
Threonine	0.93	3.55	3.06	3.16	3.09	3.19
Serine	0.86	3.26	2.69	2.78	2.63	2.72
Glutamic acid	2.78	10.56	9.93	10.27	10.42	10.75
Proline	0.75	2.87	3.45	3.56	1.93	1.99
Glycine	1.07	4.01	4.91	5.08	2.88	3.00
Alanine	1.30	4.95	4.39	4.54	4.93	4.88
Valine	1.16	4.43	3.57	3.69	3.57	3.68
Methionine	1.10	4.18	3.06	3.17	2.29	2.36
Isoleucine	0.89	3.38	4.91	5.08	2.16	2.23
Leucine	0.80	3.03	7.82	8.09	5.00	5.16
Tyrosine	0.66	2.50	2.80	2.89	0.21	0.22
Phenylalanine	0.84	3.17	3.70	3.83	0.21	0.22
Total	19.76	75.07	80.90	83.62	55.17	57.03

FPC: Fish protein concentrate extracted from whole sardine with isopropyl alcohol.

LFP: Liquefied fish protein prepared from whole sardine and starch.

W.B. : Wet base D.B. : Dry base

抽出에 의한 정어리 粉末蛋白質(FPC)이 酵素分解後 脫色, 脫臭하고 2.5%의 濃粉을 加하여 濃縮한 液化蛋白質 濃縮物(LFP-A)보다 蛋白質, 脂肪 및 收率面에서 우수하였다(Table 2). 아미노酸 組成面에서도 粉末蛋白質은 液化蛋白質 濃縮物(LFP-A)보다 우수 하였다. 液化蛋白質 濃縮物(LFP-A)의 脂肪含量이 文獻值(Altschul, 1974)보다 높은 것은 Onishi and Higashi(1968)의 方法에서 加水分解後 行하였던 有機溶媒에 의한 脫脂工程을 생략하였기 때문이다. 이를 改善하기 위하여 이들의 方法과는 달리 isopropyl alcohol로 一次抽出하여 얻은 粉末蛋白質(FPC)을 液化蛋白質 濃縮物(LFP-A) 製造時와 같은 方法으로 處理한 液化蛋白質 濃縮物(LFP-B)은 LFP-A보다 脂肪含量은 원종히 낮으나 蛋白質, 收率등은 LFP-A와 비슷하였다. 이들 製品的 溶解性은 Fig. 2에서와 같이 두종류의 液化蛋白質 濃縮物이 모두 粉末魚蛋白質(FPC)보다 우수 하였다. 30分後의 침전물은 液化蛋白質 濃縮物의 경우에는 濃粉이었다. 따라서 貯藏時에 問題가 되는 脂肪含量 및 他食品에의 利用時 問題가 되는 溶解性面에서 液化蛋白質 濃縮物은 isopropyl alcohol로 抽出하여 얻은 粉末蛋白質을 酵素處理하여 加水分解, 脫色, 脫臭 및 濃縮하는 方法이 有利하다고 생각되었다.

要 約

정어리를 効率的으로 利用하기 위한 方法으로써 貯藏性이 좋고 溶解性이 좋은 液化蛋白質 濃縮物의 製造에 관하여 實驗하였다.

정어리를 塊체로 磨碎하고, 같은 量의 물과 酵素를 加하여 加水分解할 때, 添加하는 蛋白質 分解酵素의 濃度は 肉量에 대하여 0.2%, 處理溫度는 55°C, 處理時間은 4時間이 適當하였다.

液化蛋白質에 15%의 活性炭을 加하여 室溫에서 30分間 處理함으로써 脫色 및 脫臭을 同時에 行할 수 있었다.

製品的의 脂肪 및 蛋白質含量과 溶解性으로 보아 정어리를 加水分解, 溶媒 抽出, 脫色, 脫臭 및 濃縮하는 方法보다는 isopropyl alcohol로써 抽出하여 얻은 粉末蛋白質을 液化하는 方法이 有利하였다.

文 献

Altschul, A. M. (1974): New Protein foods. Vol.

IA. Academic Press, pp. 442-444.

Bidenko, M., V. Shenderyuk and L. Agzhitova (1974): Technology of Processing of Atlantic Sardine. In Fishery Product(ed. Kreuzer, R.). FAO. 206-212.

Cheftel, H. (1965): The canning of sardine, *Clupea pilchardus* Walbaum., Fish as Food(IV) Academic Press. pp. 291~303.

Hashish, S., M. F. Hussein, M. M. Abded-Baki, H. M. Roushdy and Y. M. Hassen(1966): Preservation of the sardine, *Sardinella melanura*, by low-dose gamma radiation. J. Fish. Res. Bd. Canada 23(4), 601-606.

Heimann, W. (1972): Grundzüge der Lebensmittelchemie. Dr. Dietrich Steinkopff Verlag, Darmstadt. pp. 214-219.

Horn, H. J. (1974): Processing of Tanganyika sardines in Burundi. In Fishery Products(ed. Kreuzer, R.), FAO. 218-220.

Iseki, S., T. Watanabe and T. Kinumaki(1968): Studies on "Liquefied fish protein"-IV. Examination of processing conditions for industrial production. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab. No. 59. 81-99.

石川亨次·中村邦典·藤井 豊(1977): 마이ワシ의 오리製 品化および冷凍すり身化試驗·1. 原料鮮度および魚體處理法の影響·東海水試研報 90, 59-66.

Kinumaki, T. (1978): Possibility of the production and application of liquefied fish protein in the IPFC area. Symposium of fish utilization technology and marketing in the IPFC region. IPFC/78/symp/9.

李應吳, 朴榮浩·卞在亨·金世權·梁升澤·宋永玉 (1978): 정어리 粉末蛋白質 加工 및 利用에 관한 研究. 韓水誌 11(1), 25-37

Mackie, I. M. (1973): Potential production of powdered and liquid fish products for human consumption and animal feed. FAO symposium(Technical Conference of Fishery Products), FII:FP/73/E-13.

野中順三九·橋本芳郎·高橋豊雄·須山三千三(1976): 新版水産食品學. 恒星社厚生閣. p. 16.

Onishi, T. and H. Higashi(1968): Studies on "Liquefied fish protein"- III. Odor and peptide composition of "Liquefied fish protein".

酵素를 이용한 정어리 液化蛋白質 濃縮物の 製造 및 利用에 관한 研究

- Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab. No. 55, 225—235.
- Pillai, V. K. (1974): Utilization of sardinella resources in India. In Fishery Product (ed. Kreuzer, R.) FAO, 212—215
- Spinelli, J., H. S. Jr. Groninger and B. Koury (1973): Preparation and properties of chemically and enzymatically modified protein isolates for use as food ingredients. FAO symposium (Technical Conference on Fishery Products), FII:FP/73/E—28.
- 富山哲夫・野村 稔・黒木俊一(1955): Aureomycinによるイワシの鮮度保持, 日本誌 21(4), 262—266.